

STIC 1  
Phone: 308

PTO 2003-5509

SPE Signature Required for BUSH

Informal S.T.I.C. Translations Branch

Fill out a separate Request form for each document -

\*U. S. Serial No.: 10/031,686

\*Requester's Name: Thu Nguyen Phone No.: 306-9130

Office Location: CPK 5 3401 Art Unit/Org.: 3661

Is this for the Board of Patent Appeals?

Date of Request: 9/9/03

\*Date Needed By: 9/19/03

(Please indicate a specific date)

Document Identification (Select One):

Note: If submitting a request for patent translation, it is not necessary to attach a copy of the document with the request.  
If requesting a non-patent translation, please attach a complete, legible copy of the document to be translated to this form and submit it at your EIC or a STIC Library:

1. ☒ Patent \*Document No. DE 42 39 177  
\*Country Code German (DE)  
\*Publication Date 5/94  
\*Language Germany

Translations Branch  
The world of foreign prior art to you

Translations

No. of Pages \_\_\_\_\_ (filled by STIC)

Article \*Author \_\_\_\_\_  
\*Language \_\_\_\_\_  
\*Country \_\_\_\_\_

Equivalent  
Searching

Foreign  
Patents

Other \*Type of Document \_\_\_\_\_  
\*Country \_\_\_\_\_  
\*Language \_\_\_\_\_

To assist us in providing the most cost effective service, please answer these questions:

- Will you accept an English Language Equivalent? \_\_\_\_\_ (Yes/No)
- Would you like to review this document with a translator prior to having a complete written translation?  
(Translator will call you to set up a mutually convenient time) \_\_\_\_\_ Yes/No
- Would you like a Human Assisted Machine translation? \_\_\_\_\_ (Yes/No)  
Human Assisted Machine translations provided by Derwent/Schreiber is the default for Japanese Patents 1993 onwards with an Average 5-day turnaround.

STIC USE ONLY

Copy/Search \_\_\_\_\_  
Processor: \_\_\_\_\_  
Date assigned: \_\_\_\_\_  
Date filled: \_\_\_\_\_  
Equivalent found: (Yes/No) \_\_\_\_\_

Doc. No.: \_\_\_\_\_  
Country: \_\_\_\_\_

Translation

Date logged in: 9-10-03  
PTO estimated words: 6 1865  
Number of pages: 6  
In-House Translation Available: \_\_\_\_\_

In-House

Translator: \_\_\_\_\_  
Assigned: \_\_\_\_\_  
Returned: \_\_\_\_\_

Contractor:

Name: MC  
Priority: 9-11-03  
Sent: 9-12-03  
Returned: \_\_\_\_\_





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Off nl gungsschrift  
①0 DE 42 39 177 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
B 60 T 8/32

②1 Aktenzeichen: P 42 39 177.6  
②2 Anmeldetag: 21. 11. 92  
④3 Offenlegungstag: 26. 5. 94

DE 42 39 177 A 1

⑦1 Anmelder:

ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:

Haupt, Karlheinz, Dipl.-Ing., 6535 Gau-Algesheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

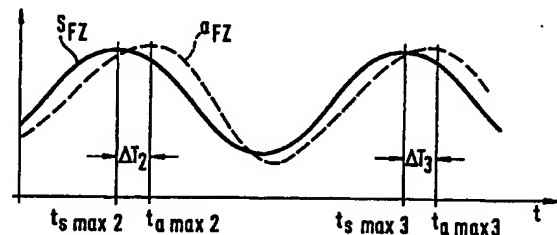
DE	41 04 775 A1
DE	38 06 213 A1
US	50 58 019
US	32 35 331
WO	89 03 331

PTO 2003-5509

S.T.I.C. Translations Branch

⑤4 Verfahren zur besseren Anpassung einer Blockierschutzregelung an den jeweiligen Straßenzustand

⑥7 Ein Verfahren zur besseren Anpassung einer Blockierschutzregelung an die jeweilige Fahrbahncharakteristik (Typ A, Typ B) besteht darin, daß aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder und aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit der zeitliche Verlauf der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) und des mittleren Schlupfes ( $S_{FZ}$ ) abgeleitet werden, daß die Phasenlage der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) und des mittleren Schlupfes ( $S_{FZ}$ ) miteinander verglichen werden und daß aus der jeweiligen Phasenlage ( $\Delta T$ ) erkannt wird, ob eine Straßencharakteristik des Typs A oder des Typs B vorliegt. Wird eine Charakteristik des Typs B, also eine Straße mit einer  $\mu$ -Schlupf-Charakteristik ohne ausgeprägtes Maximum, erkannt, werden die Regelschwellen in Richtung auf einen höheren zulässigen Radschlupf angehoben.



DE 42 39 177 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur besseren Anpassung einer Blockierschutzregelung an den jeweiligen Straßenzustand bzw. an die jeweilige Fahrbahncharakteristik, bei den beim Überschreiten vorgegebener Regelschwellen ein weiterer Bremsdruckanstieg verhindert oder der Bremsdruck abgesenkt wird und bei dem aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder, das mit Radsensoren ermittelt und elektronisch ausgewertet wird, eine Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit gebildet wird und Bremsdrucksteuersignale abgeleitet werden.

Bremsanlagen mit elektronischer Blockierschutzregelung (ABS) haben sich in den letzten Jahren auf dem Markt für PKW der mittleren und gehobenen Preisklassen durchgesetzt. Die weitere Verbilligung dieser elektronischen Systeme ohne Einbußen an die Bremswirkung, aber auch die Verbesserung der Regelstrategien oder Regelphilosophien, um noch kürzere Bremswege und den Erhalt der Fahrstabilität auch in ungünstigen Situationen zu erreichen, sind Ziel umfangreicher Entwicklungsarbeiten. Schwierigkeiten bereitet weiterhin die Anpassung der Regelung an extrem unterschiedliche Straßencharakteristiken, die durch die Kraftschluß-Schlupf-Kurven ( $\mu$ -Schlupf Kurven) beschrieben werden.

Heutige ABS sind so ausgelegt, daß sie im wesentlichen — abgesehen von speziellen Situationen — als Beschleunigungsregler arbeiten. Die Blockierschutzregelung setzt ein, sobald die Beschleunigung bzw. Verzögerung an einem Rad einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

Im Prinzip wird also für die Druckkonstanthaltung bzw. dem Druckabbau dasjenige Bremsdruckniveau sensiert, das, wenn eine weitere Drucksteigerung stattfindet, zum Überschreiten des vorgegebenen Radverzögerungs-Grenzwertes führt.

Bei einer Straßensituation mit einer  $\mu$ -Schlupf-Charakteristik, die ein ausgeprägtes Maximum zeigt, wird eine Bremsdrucksteigerung im aufsteigenden Ast der  $\mu$ -Schlupf-Kurve, also bis zum Erreichen des Maximums, grundsätzlich durch das sich einstellende höhere Straßenmoment kompensiert, so daß die auftretende Radbeschleunigung weitgehend der Fahrzeugverzögerung entspricht. Erst beim Überschreiten des Schlupf-Maximalwertes kann die Bremsmomentensteigerung nicht durch das Straßenmoment kompensiert werden, was eine hohe Radverzögerung bzw. eine Überschreitung des Verzögerungs-Grenzwertes zur Folge hat. Auf Fahrbahnen mit solchen Charakteristika führt daher die vorgenannte Regelstrategie der heutigen Blockierschutzregelsysteme zu maximaler Bremsleistung mit minimalem Bremsweg.

Bei Straßensituationen mit ansteigender  $\mu$ -Schlupf-Charakteristik, also ohne ausgeprägte Kraftschluß-Maxima, wird nicht nur im Anfangsbereich der  $\mu$ -Schlupf-Kurve, d. h. bis zu einem dem Maximalwert im vorgenannten Fall entsprechenden Schlupf, sondern auch bei noch höheren Schlupfwerten ein weiterer Anstieg des Bremsdruckes durch die Vergrößerung des Straßenmomentes über den höheren Schlupf kompensiert. Um jedoch in diesen höheren Schlupfbereich zu gelangen, tritt eine deutliche Erhöhung der Radverzögerung ein, die größer ist als der vorgegebene Grenzwert bzw. die Regelschwelle und die daher zum Einsetzen des Druckabbaus oder der Druckkonstanthaltung führt. Die theoretisch erreichbare maximale Bremsleistung wird also in solchen Situationen mit den heutigen Regelstrategien nicht erreicht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur besseren Anpassung der Regelung an die jeweilige Straßensituation und insbesondere zur Erhöhung der Bremsleistung bei Fahrbahncharakteristika mit ansteigender  $\mu$ -Schlupf-Kurve — d. h. bei Fahrbahncharakteristika ohne ausgeprägte Kraftschluß-Maxima — zu erreichen.

Es hat sich gezeigt, daß diese Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst werden kann, dessen Besonderheit darin besteht, daß der zeitliche Verlauf der Fahrzeugverzögerung bzw. ein aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit abgeleiteter, angenäherter Wert und der zeitliche Verlauf des mittleren Radschlupfes der Fahrzeugräder ermittelt werden, daß der Verlauf der Fahrzeugverzögerung mit dem Verlauf des mittleren Radschlupfes verglichen wird und daß Regelschwellen der Blockierschutzregelung in Abhängigkeit von der Phasenlage zwischen der Fahrzeugverzögerung und dem mittleren Radschlupf variiert werden, so daß bei geringer Phasenverschiebung die Blockierschutzregelung einen höheren Radschlupf im Vergleich zu Situationen mit größerer Phasenverschiebung zuläßt.

Die Erfindung macht also von der Erkenntnis Gebrauch, daß bei Straßencharakteristika des Typs A (glatte, homogene Oberfläche) Fahrzeugverzögerung und mittlerer Radschlupf phasenverschoben sind, während bei einer Straße des Typs B (inhomogene, mehrschichtig aufgebaute Fahrbahn, z. B. mit Schotter oder mit Kiesauflage) maximale Verzögerung und der Maximalwert des mittleren Schlupfes gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig auftreten.

Nach einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Fahrzeugverzögerung mit Hilfe eines zusätzlichen Fahrzeug-Beschleunigungssensors ermittelt.

Eine weitere Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahren besteht darin, daß bei relativ geringer Phasenverschiebung zwischen der Fahrzeugverzögerung und dem mittleren Radschlupf nur die Regelschwellen des Vorderrades angehoben werden, während an den Hinterrädern ein geringerer maximaler Schlupf zugelassen wird. Bei manchen Fahrzeugen wird durch diese Maßnahme die Fahrstabilität in kritischen Situationen entscheidend erhöht.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Diagramme hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 Ein Kraftschluß-Schlupf-Diagramm ( $\mu$ -Schlupf-Diagramm) mit ausgeprägtem Maximum (Straßencharakteristik Typ A),

Fig. 2 ein Kraftschluß-Schlupf-Diagramm mit ansteigender Charakteristik bzw. ohne Maximum (Straßencharakteristik Typ B),

Fig. 3 den Verlauf der Fahrzeugverzögerung und des mittleren Schlupfes während einer geregelten Bremsung

auf einer Straße mit der Straßencharakteristik des Typs A und

Fig. 4 die Fahrzeugverzögerung und den mittleren Schlupf bei einer geregelten Bremsung in einer Situation mit der Charakteristik des Typs B.

Die Diagramme nach den Fig. 1 und 2 zeigen also typische  $\mu$ -Schlupf-Kurven des Typs A bzw. des Typs B. In "normalen" Straßensituation tritt ein mehr oder weniger ausgeprägtes Kraftschlußmaximum bei ansteigendem Schlupf auf (Typ A).

Bei den heutigen hochwertigen ABS dürfte der Schlupf während der Blockierschutzregelung — abgesehen von Ausnahmesituationen — innerhalb des in Fig. 1 und 2 schraffierten Schlupfbereiches bleiben.

Beim Kurventyp A (Fig. 1) gilt für die Phasenlage des zeitlichen Verlaufs der Fahrzeugverzögerung  $a_{FZ}$  und des mittleren Schlupfes  $S_{FZ}$ , d. h. des aus dem Radschlupf der einzelnen Räder gebildeten Mittelwertes, der Kurvenverlauf nach Fig. 3. Die Phasenverschiebung, die durch die Zeitspanne  $\Delta T_1$  zwischen dem Schlupf-Maximum zum Zeitpunkt  $t_{smax1}$  und dem Verzögerungs-Maximum zum Zeitpunkt  $t_{amax1}$  zum Ausdruck kommt, ist vergleichsweise groß.

Bei einer Straßencharakteristik des Typs B (Fig. 2) ist dagegen die Phasenverschiebung  $\Delta T_2$  oder  $\Delta T_3$ , wie Fig. 4 zeigt, gering im Vergleich zu der Phasenlage dieser Größen bei einer Straßencharakteristik des Typs A (vergleiche Fig. 1 und Fig. 3). Auch in diesem Fall läßt sich die Phasenlage zwischen der Fahrzeugverzögerung  $a_{FZ}$  und dem mittleren Schlupf  $S_{FZ}$  durch Messen der Zeitpunkte  $t_{smax2}$ ,  $t_{amax2}$ ;  $t_{smax3}$ ,  $t_{amax3}$  feststellen, an denen die Fahrzeugverzögerung  $a_{FZ}$  bzw. der mittlere Schlupf  $S_{FZ}$  ihren Maximalwert einnehmen.

Der zeitliche Verlauf der Fahrzeugverzögerung  $a_{FZ}$  läßt sich natürlich mit einem Fahrzeugbeschleunigungs-Sensor ermitteln. Einfacher und kostengünstiger ist es jedoch, die Fahrzeugverzögerung aus der ohnehin für die Blockierschutzregelung benötigten Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit abzuleiten. Dieser Wert entspricht annähernd und hinreichend genau der Fahrzeugverzögerung.

Bei einem elektronischen System mit digitaler Verarbeitung der Signale läßt sich die Fahrzeugverzögerung auf Basis der Referenzgeschwindigkeit nach folgender Formel (1) ermitteln:

$$a_{FZ} = \dot{v}_{REF} = \frac{\dot{v}_{REFn} - \dot{v}_{REF\ n-1}}{t_n - t_{n-1}} \quad (1)$$

wobei  $n$  eine ganze Zahl ist und den Verarbeitungstakt symbolisiert.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Fahrzeugverzögerung  $\dot{v}_{REF}$  müssen dann noch die Zeitpunkte, an denen Verzögerungsmaxima auftreten, festgestellt werden.

Der mittlere Radschlupf  $S_{FZ}$  läßt sich durch Vergleich der Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Räder mit der Fahrzeuggeschwindigkeit oder Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bestimmen. Die Zeitpunkte des maximalen Schlupfes werden hiermit  $t_{smax}$  symbolisiert.

Die Einstufung der Straßencharakteristik als Charakteristik des Typs A oder des Typs B erfolgt dann bei einem digitalen System mit dem Arbeitstakt  $n$  nach der Formel

$$t_{amaxn} - t_{smaxn} = \Delta T < \frac{t_{amaxn} - t_{amax\ n-1}}{k} \quad (2)$$

wobei  $k$  z. B. zwischen 3 und 8, vorzugsweise 4 bis 6 liegen sollte.

In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wurde  $k = 5$  angenommen und das Vorliegen einer Straßencharakteristik des Typs B dann angenommen, wenn die vorgenannte Bedingung erfüllt war. Diese Bedingung besagt nämlich, daß die Schlupfmaxima und Verzögerungsmaxima auf der Zeitskala dicht beieinander liegen.

Nach dem Erkennen einer Straßensituation mit der Charakteristik B, die z. B. auf Schotter, Schnee, nasser Wiese etc. vorliegt und die bekanntlich für herkömmliche Regelstrategien kritisch ist, werden erfindungsgemäß die Regelschwellen des Blockierschutzregelungssystems derart angehoben, daß die Regelung einen höheren Bremschlupf zuläßt. Dadurch wird aus den erläuterten Gründen bei diesen Straßencharakteristika des Typs B die Bremswirkung erhöht.

Sobald die vorgenannte Bedingung laut Gleichung (2) nicht mehr erfüllt ist, das Fahrzeug sich also wieder in einer Straßensituation mit der Charakteristik des Typs A befindet, werden die Regelschwellen zurückgestellt, so daß die Regelung wieder bei einem relativ geringen Schlupf anspricht.

Wird das erfindungsgemäße Verfahren der Schlupfwellenanhebung nur auf die Vorderräder angewandt, wird sichergestellt, daß auch in solch kritischen Situationen auf Straßen des Typs B über die Vorderräder eine erhöhte Bremsleistung aufgebracht wird, während die Hinterräder, deren Schlupfswelle nicht angehoben wird, für eine hohe Seitenführung und damit für die Beibehaltung der Fahrstabilität Sorge tragen.

Erfindungsgemäß wird also durch eine relativ einfache Maßnahme, nämlich durch die Anhebung der Schlupfswelle bei erkannter Straßensituation mit der Charakteristik des Typs B, ohne Inkaufnahme irgendwelcher Nachteile die Bremswirkung in kritischen Situationen, d. h. auf Schotter, Neuschnee etc., wesentlich erhöht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur besseren Anpassung einer Blockierschutzregelung an den jeweiligen Straßenzustand, bei

dem beim Überschreiten vorgegebener Regelschwellen ein Bremsdruckanstieg verhindert oder der Bremsdruck abgesenkt wird und bei dem aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder, das mit Radsensoren ermittelt und elektronisch ausgewertet wird, eine Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit gebildet wird und Bremsdrucksteuersignale abgeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitliche Verlauf der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) bzw. ein aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit abgeleiteter, angenäherter Wert und der zeitliche Verlauf des mittleren Radschlupfes ( $S_{FZ}$ ) der Fahrzeugräder ermittelt werden, daß der Verlauf der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) mit dem Verlauf des mittleren Radschlupfes ( $S_{FZ}$ ) verglichen wird und daß Regelschwellen der Blockierschutzregelung in Abhängigkeit von der Phasenlage zwischen der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) und dem mittleren Radschlupf ( $S_{FZ}$ ) variiert werden, so daß bei geringer Phasenverschiebung ( $\Delta T_2, \Delta T_3$ ) die Blockierschutzregelung einen höheren Radschlupf im Vergleich zu Situationen mit größerer Phasenverschiebung ( $\Delta T_1$ ) zuläßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) mit Hilfe eines zusätzlichen Fahrzeug-Beschleunigungssensors ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei relativ geringer Phasenverschiebung ( $\Delta T_2, \Delta T_3$ ) zwischen der Fahrzeugverzögerung ( $a_{FZ}$ ) und dem mittleren Radschlupf ( $S_{FZ}$ ) nur die Regelschwellen des Vorderrades angehoben werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

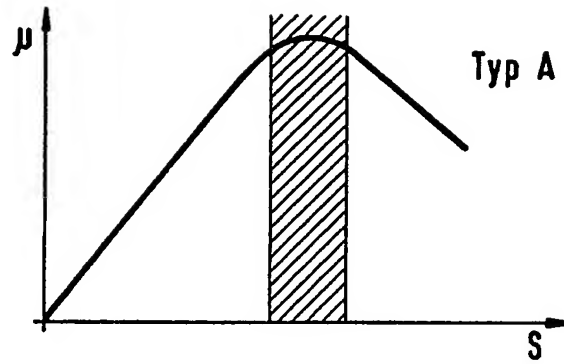


Fig. 1

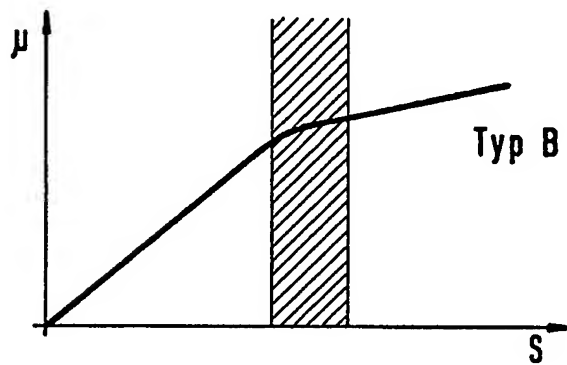


Fig. 2

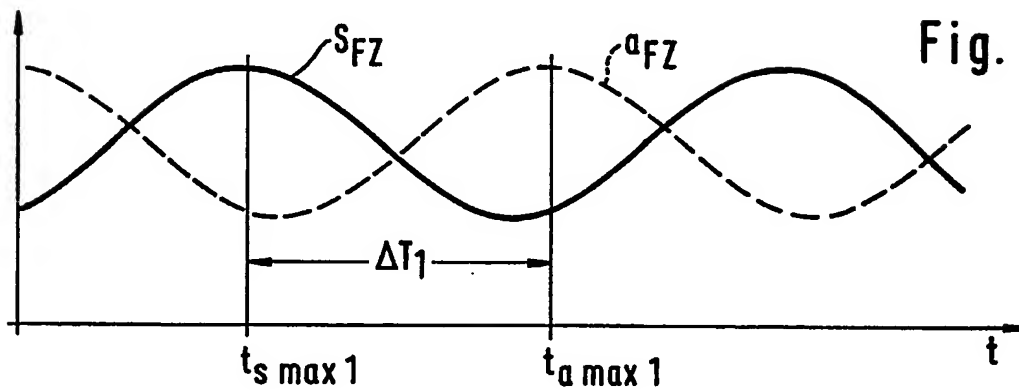


Fig. 3

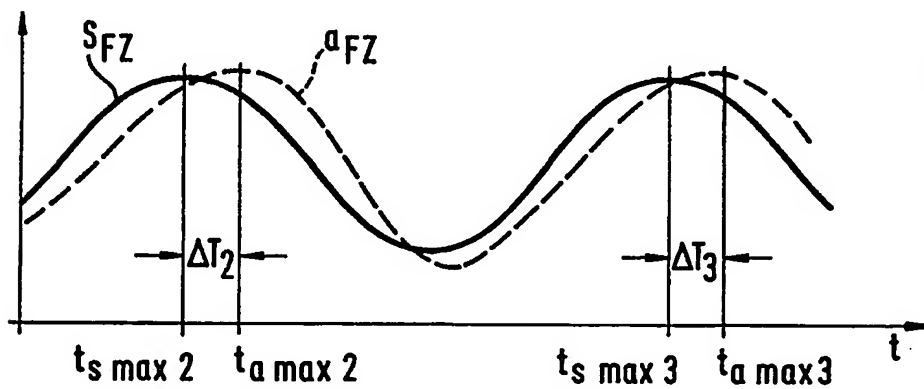


Fig. 4

PTO 03-5509

German Patent No. 42 39 177 A1

METHOD FOR IMPROVING THE ADAPTATION OF AN ANTILOCK CONTROL  
SYSTEM TO THE RESPECTIVE ROAD CONDITION

Karlheinz Haupt

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C.                      SEPTEMBER 2003  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. 42 39 177 A1  
(Offenlegungsschrift)

Int. Cl.<sup>5</sup>: B 60 T 8/32  
Filing No.: P 42 39 177.6  
Filing Date: November 21, 1992  
Date Laid-open to Public Inspection: May 26, 1994

METHOD FOR IMPROVING THE ADAPTATION OF AN ANTILOCK CONTROL  
SYSTEM TO THE RESPECTIVE ROAD CONDITION

[Verfahren zur besseren Anpassung einer Blockierschutzregelung an den jeweiligen  
Straßenzustand]

Applicant: ITT Automotive Europe GmbH  
Inventor: Karlheinz Haupt  
Citations: DE 41 04 775 A1  
DE 38 06 213 A1  
US 5 058 019  
US 3 235 331  
WO 89/03331

Description

The invention pertains to a method for improving the adaptation of an antilock control system to the respective road condition or to the respective pavement characteristic, wherein an additional increase in the brake pressure is prevented or the brake pressure is lowered when predetermined control thresholds are exceeded, and wherein a motor vehicle reference speed is formed and brake pressure control signals are derived from the rotational behavior of the individual wheels which is determined with wheel sensors and electronically evaluated.

Over the last few years, brake systems with electronic antilock control (ABS) have become standard equipment in passenger cars of the medium and upper price classes. It is now attempted to additionally reduce the costs of these electronic systems without compromising the braking effect and to improve the control strategies or control philosophies such that even shorter



stopping distances can be achieved and the stability of the motor vehicle can also be maintained in unfavorable situations. However, one persistent problem is the adaptation of the control to extremely dissimilar road characteristics which are described in the form of traction-slip curves ( $\mu$ -slip curves).

Modern ABS are designed such that they operate--with the exception of special situations--as acceleration controllers. The antilock control sets in as soon as the acceleration or deceleration of one wheel exceeds a predetermined limiting value.

This means that the pressure is, in principle, maintained constant or reduced by sensing the brake pressure level that leads to the exceeding of the predetermined wheel deceleration limiting value if an additional pressure increase occurs.

On a road with a  $\mu$ -slip characteristic that has a distinctive maximum, the compensation of a brake pressure increase in the ascending branch of the  $\mu$ -slip curve, i.e., until the maximum is reached, basically is achieved due to the higher road moment being adjusted. This means that the occurring wheel acceleration largely corresponds to the motor vehicle deceleration. Once the slip maximum is exceeded, the increase in the braking moment can no longer be compensated by the road moment. This leads to a high wheel deceleration and to the exceeding of the deceleration limiting value. Consequently, the aforementioned control strategy of modern antilock control systems results in a maximum braking power and a minimal stopping distance on pavements with such a characteristic.

On roads with an ascending  $\mu$ -slip characteristic, i.e., without a distinctive traction maximum, an additional increase in the brake pressure is compensated by the increase of the road moment beyond the higher slip, namely not only at the beginning of the  $\mu$ -slip curve, i.e., up to a slip that corresponds to the maximum value in the above-described instance, but also at even higher slip values. However, a significant increase in the wheel deceleration needs to occur in order to reach this higher slip range. This wheel deceleration is higher than the predetermined limiting value or control threshold and thusly leads to the pressure being reduced or maintained constant. This means that the theoretically attainable maximum braking power cannot be reached in such situations with current control strategies.

Consequently, the invention is based on the objective of disclosing a method for improving the adaptation of the control to the respective road situation and, in particular, for increasing the braking power on pavements with an ascending  $\mu$ -slip curve--i.e., a road characteristic without a distinctive traction maximum.

It was determined that this objective can be attained with a method of the initially described type which is characterized by the fact that the time history of the motor vehicle deceleration or an approximated value derived from the motor vehicle reference speed and the time history of the average wheel slip of the motor vehicle wheels are determined, by the fact

that the time history of the motor vehicle deceleration is compared with the time history of the average wheel slip, and by the fact that control thresholds of the antilock control are varied in dependence on the phase position between the motor vehicle deceleration and the average wheel slip, namely such that the antilock control allows a higher wheel slip in situations with a small phase shift than in situations with a large phase shift.

This means that the invention utilizes the circumstance that the motor vehicle deceleration and the average wheel slip are phase-shifted when a road with the type A characteristic is present (smooth, homogenous surface), and that the maximum deceleration and the maximum value of the average slip occur simultaneously or nearly simultaneously on a road with the type B characteristic (inhomogeneous, multilayer road surface, e.g., with gravel or pebble surface).

According to one embodiment of the method according to the invention, the motor vehicle deceleration is determined with the aid of an additional motor vehicle acceleration sensor.

In another embodiment of the method according to the invention, only the control thresholds of the front wheel are raised at a relatively small phase shift between the motor vehicle deceleration and the average wheel slip, wherein a slight maximum slip of the rear wheels is permitted. In certain vehicles, this measure decisively increases the motor vehicle stability in critical situations.

Other characteristics, advantages and possible applications of the invention are discussed below with reference to the enclosed diagrams.

The figures show:

Figure 1, a traction-slip diagram ( $\mu$ -slip diagram) with a distinctive maximum (road characteristic type A);

Figure 2, a traction-slip diagram with ascending characteristic or without maximum (road characteristic type B);

Figure 3, the time history of the vehicle deceleration and the average slip during a controlled braking maneuver on a road with the type A characteristic, and

Figure 4, the time history of the vehicle deceleration and the average slip during a controlled braking maneuver on a road with the type B characteristic.

The diagrams in Figures 1 and 2 show typical  $\mu$ -slip curves for roads of type A and type B. In "normal" road situations, a more or less defined traction maximum occurs as the slip increases (type A).

In modern high-quality ABS, the slip during the control of the antilock system should--except for extraordinary situations--remain within the hatched slip range shown in Figures 1 and 2.

In the curve of type A (Figure 1),  $a_{FZ}$  identifies the phase position of the time history of the motor vehicle deceleration and  $S_{FZ}$  identifies the phase position of the time history of the average slip, i.e., the average value of the curve according to Figure 3 which is formed from the wheel slip of the individual wheels. The phase shift occurring over the duration  $\Delta T_1$  between the slip maximum at the time  $t_{smax1}$  and the deceleration maximum at the time  $t_{amax1}$  is comparatively large.

On a road with the type B characteristic (Figure 2), the phase shift  $\Delta T_2$  or  $\Delta T_3$  according to Figure 4 is small in comparison with the phase position of these variables on a road with a type A characteristic (compare Figures 1 and 3). In this case, the phase position between the motor vehicle deceleration  $a_{FZ}$  and the average slip  $S_{FZ}$  can also be determined by measuring the times  $t_{smax2}$ ,  $t_{amax2}$ ;  $t_{smax3}$ ,  $t_{amax3}$  at which the motor vehicle deceleration  $a_{FZ}$  and the average slip  $S_{FZ}$  assume their maximum values.

The time history of the motor vehicle deceleration  $a_{FZ}$  naturally can be determined with a motor vehicle deceleration sensor. However, it is easier and less expensive to derive the motor vehicle deceleration from the motor vehicle reference speed that is required for the antilock control anyhow. The correspondence between this value and the motor vehicle deceleration is sufficiently accurate.

In an electronic system with digital signal processing, the motor vehicle deceleration can be determined based on the reference speed in accordance with the following formula (1):

$$a_{FZ} = \dot{v}_{REF} = \frac{\dot{v}_{REFn} - \dot{v}_{REF\ n-1}}{t_n - t_{n-1}}, \quad (1)$$

wherein  $n$  is an integral number and symbolizes the processing cycle.

The times at which deceleration maxima occur then need to be determined from the time history of the motor vehicle deceleration  $\dot{v}_{REF}$ .

The average wheel slip  $S_{FZ}$  can be determined by comparing the rotational speed of the individual wheels with the motor vehicle speed or the motor vehicle reference speed. In this case,  $t_{smax}$  symbolizes the times at which the maximum slip occurs.

The classification between a road with a type A characteristic and a type B characteristic is then carried out in a digital system with the processing cycle  $n$  with the aid of the formula

$$t_{amaxn} - t_{smaxn} = \Delta T < \frac{t_{amaxn} - t_{amax\ n-1}}{k} \quad (2)$$

wherein  $k$  should, for example, lie between 3 and 8, preferably between 4 and 6.

In one embodiment of the invention, it was assumed that  $k = 5$ , and that a road with the type B characteristic was present if the aforementioned condition was fulfilled. This condition indicates that the slip maxima and deceleration maxima lie closely adjacent to one another on the time scale.

After detecting a road with the type B characteristic which is critical for conventional control strategies, e.g., when driving on gravel, snow, wet grass, etc., the control thresholds of the antilock control system are, according to the invention, raised such that the control allows a higher brake slip. This increases the braking effect on roads with the type B characteristic for the above-cited reasons.

As soon as the aforementioned condition according to equation (2) is no longer fulfilled, i.e., once the motor vehicle is again situated on a road with the type A characteristic, the control thresholds are reset such that the control once again responds at a relatively low slip.

If the method according to the invention for raising the slip threshold is only used on the front wheels, it is ensured that the front wheels exert a higher braking power in such critical situations on roads of type B, and that the rear wheels, the slip threshold of which is not raised, ensure a high lateral traction such that the motor vehicle stability is maintained.

According to the invention, the braking effect in critical situations, i.e., on gravel, snow, etc., is significantly improved without any disadvantageous consequences by means of relatively simple measures, namely by raising the slip threshold after detecting a road with the type B characteristic.

## Claims

1. Method for improving the adaptation of an antilock control system to the respective road condition, wherein an additional increase in the brake pressure is prevented or the brake pressure is lowered when predetermined control thresholds are exceeded, and wherein a motor vehicle reference speed is formed and brake pressure control signals are derived from the rotational behavior of the individual wheels which is determined with wheel sensors and electronically evaluated, characterized by the fact the time history of the motor vehicle deceleration ( $a_{FZ}$ ) or an approximated value derived from the motor vehicle reference speed and the time history of the average wheel slip ( $S_{FZ}$ ) of the motor vehicle wheels are determined, by the fact that the time history of the motor vehicle deceleration ( $a_{FZ}$ ) is compared with the time history of the average wheel slip ( $S_{FZ}$ ), and by the fact that control thresholds of the antilock control are varied in dependence on the phase position between the motor vehicle deceleration ( $a_{FZ}$ ) and the average wheel slip ( $S_{FZ}$ ), namely such that the antilock control allows a higher wheel slip in situations with a small phase shift ( $\Delta T_2, \Delta T_3$ ) than in situations with a large phase shift ( $\Delta T_1$ ).

2. Method according to Claim 1, characterized by the fact that the motor vehicle deceleration ( $a_{FZ}$ ) is determined with the aid of an additional motor vehicle deceleration sensor.

3. Method according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that only the control thresholds of the front wheel are raised at a relatively small phase shift ( $\Delta T_2$ ,  $\Delta T_3$ ) between the motor vehicle deceleration ( $a_{FZ}$ ) and the average wheel slip ( $S_{FZ}$ ).

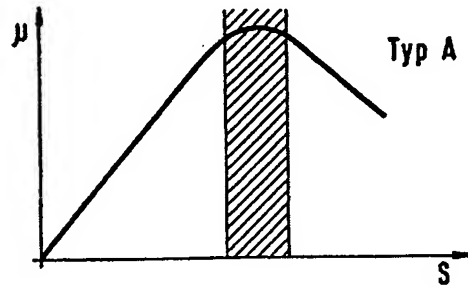


Fig. 1

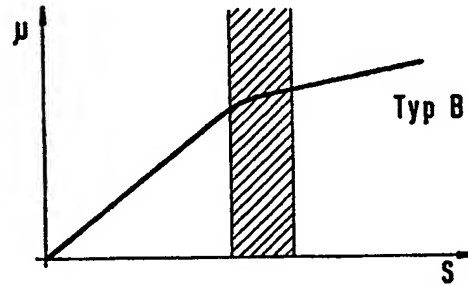


Fig. 2

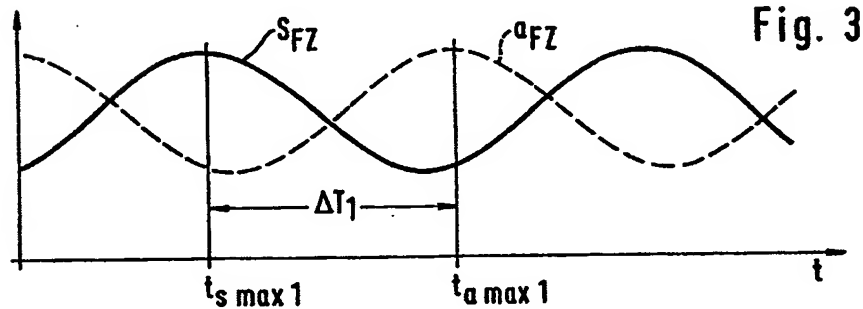


Fig. 3

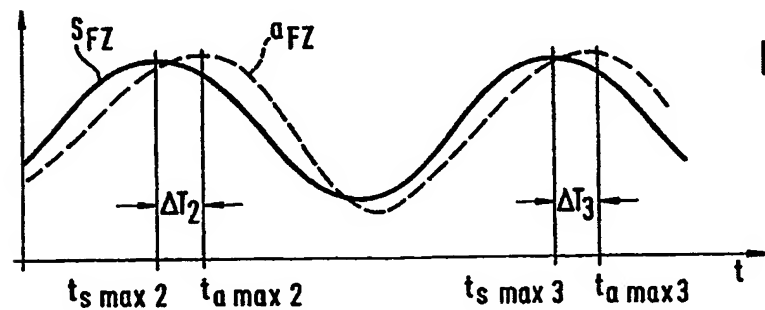


Fig. 4